Über den Einfluß des Trinkens auf die Verdauung fester Substanzen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer

Hohen medizinischen Fakultät

der

Großherzoglich Badischen Ruprecht-Karls-Universität zu Heidelberg

vorgelegt von

Franz Gröbbels
aus Sigmaringen.

Straßburg
Verlag von Karl J. Trübner
1913.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität Heidelberg.

Dekan:
Geh. Rat Prof. **W. Fleiner.**

Referent:
Geh. Rat Prof. **A. Kossel.**

1913.

Separat-Abdruck aus
Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiologische Chemie, Band 89.

M. DuMont Schauberg, Straßburg.

Meinen lieben Eltern.

Über den Einfluß des Trinkens auf die Verdauung fester Substanzen.

Von

Franz Gröbbels.

Mit drei Kurvenzeichnungen im Text.

Die Erforschung der Rollen, welche feste Substanzen und Flüssigkeiten allein oder in gegenseitiger Beziehung zueinander bei der Verdauung im Magen und im Darme spielen, ist von weittragender Bedeutung. Im Laboratorium des Physiologen als Erscheinung des Lebens studiert und zahlenmäßig festgestellt, gewinnen die Resultate dieser Erforschung im Hinblick auf die Diätetik Raum im täglichen Leben und in den Händen des Klinikers.

Durch die Ausheberung des Magens in bestimmten Zeitintervallen nach der Nahrungsaufnahme gewinnt man ungefähr einen Einblick in den Verdauungschemismus und die Verweildauer fester und flüssiger Substanzen im Magen. Die Röntgenuntersuchung gibt über Flüssigkeiten, den zeitlichen Verlauf und die quantitative Abstufung ihrer Veränderungen im Magen und im oberen Darmtraktus sehr wenig Anhaltspunkte. Damit bleiben auch die Beziehungen zwischen festen Stoffen und Flüssigkeiten bei der Magenverdauung in Dunkel gehüllt. Hier tritt das Experiment des Physiologen, die experimentelle Biologie als Ergänzung in ihre Rechte.

Es hat auf Seiten der Kliniker nicht an Stimmen gefehlt, welche die experimentell-physiologische Methode, weil nur an reinen Fleischfressern ausgebildet, für die menschliche Physiologie verwarfen. Seitdem aber Cohnheim und Dreyfus[1]) nachweisen konnten, daß die Verdauung für ein Probefrühstück beim Hunde wie beim Menschen sowohl in bezug auf die Zeit des Verdauungsaktes wie auch in bezug auf Gesamtacidität und freie Salzsäure gut übereinstimmen, ist dieser Einwand zum mindesten für Brot und Flüssigkeiten hinfällig.

[1]) O. Cohnheim und G. Dreyfus, Münchener Med. Wochenschr., Nr. 48 (1908); Diese Zeitschrift, Bd. 58, S. 50 (1908).

Meine Untersuchungen sind an Hunden mit Duodenal-Dauerfisteln ausgeführt worden.[1]) Die Hunde überstehen solche Operationen sehr gut und bleiben für lange Zeit bei vollstem Wohlbefinden. Die Kanüle wird direkt gegenüber dem unteren Pankreasgang angelegt. Um die normalen Verhältnisse, wie sie bei uneröffnetem Magendarmtraktus vorliegen, möglichst nachzuahmen, versieht Cohnheim seine Kanülen mit einer Einspritzvorrichtung, Röhrchen mit Gummischlauch, der in die unteren Dünndarmabschnitte abführt, und erhält so im Versuche die überaus wichtigen Reflexe des Dünndarms auf den Magen. Es ist natürlich im Verlaufe eines Versuches von großer Wichtigkeit, wenn man sich sicher davon überzeugen kann, wann der Magen leer und damit der Versuch zu Ende ist. Das Erscheinen von alkalischem Schleim und Speichel ist dafür nicht immer ein sicheres Kennzeichen. Es kann z. B. Brot, das gegeben wurde, noch zum geringen Teil im Magen liegen und doch das Herausfallen von Speichel aus der Duodenalkanüle ein Ende der Magenverdauung vortäuschen. Cohnheim hat deshalb, um ganz sicher zu gehen, seinen Tieren zugleich eine Magenfistel angelegt. Er fand in einigen Fällen bei solchen Hunden die Magenverdauung entschieden verlangsamt. Ich konnte bei einem Hunde, welcher in dieser Weise operiert war, keinerlei Störungen der normalen Magenmotilität feststellen. Die Anlegung von zwei Fisteln, eine im Duodenum, eine im Fundus, hat also wohl nur den einen Nachteil, daß ein Hund mit Duodenalfistel nach 8 Tagen versuchsfähig ist, bei Hunden mit zwei Fisteln aber dauert der Prozeß der Heilung 4 Wochen länger.

Der Versuch mit Fistelhunden ist mehrfach beschrieben worden,[2]) er gestaltet sich im Prinzip wie folgt: Der Hund steht in Hosen befestigt auf dem Tisch, die Einspritzvorrichtung der offenen Duodenalkanüle ist mit einer graduierten

---

[1]) O. Cohnheim, Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden, Bd. 6, S. 569.

[2]) O. Cohnheim, Zeitschr. f. biolog. Technik u. Methodik, Bd. 1 (1909), und Handb. f. d. biochem. Arbeitsmethoden (1912), S. 564 ff. — L. Klocmann, Diese Zeitschrift, Bd. 80, S. 17 (1912). — E. Thomsen, ebenda, Bd. 84, S. 426 (1913).

Bürette verbunden, in der die Flüssigkeit, die aus der Kanüle kommt, gemessen wird und aus der sie einläuft. Es ist von Vorteil, der Füssigkeit, die in die unteren Darmabschnitte einlaufen soll, etwas Eosin oder Indigkarmin beizufügen. Es kann dann ein etwaiger Rücklauf leicht konstatiert und frühzeitig behoben werden. Die Magenkanüle bleibt bis zum Schluß des Versuches geschlossen. Nachdem nun der Hund gefressen bezw. gesoffen hat, wird alles, was sich aus der Duodenalkanüle ergießt, durch ein Drahtnetz filtriert oder gerieben, das Feste gesammelt und beiseite gestellt, das Flüssige sofort durch Bürette und Einspritzvorrichtung in die unteren Darmabschnitte weiter geschickt. Dadurch, daß alles Flüssige sofort weiter gegossen wird, ist der Verlauf einer Verdauung sehr gut nachgeahmt. Man hat ursprünglich die Sekrete, so wie es jetzt mit dem Festen noch geschieht, gesammelt und gewogen, ohne sie dem Organismus wieder einzuverleiben. Es trat dann schließlich eine Verarmung an Verdauungssäften auf, welche die Versuche unbrauchbar machte. Es ging dem Organismus Wasser verloren. Dieselbe Erscheinung, wie ihn das Schwitzen hervorbringt, das, wie ich unten zeigen werde, diesen Effekt auf die Sekretmengen ausübt. Außerdem fallen ohne die Einspritzung ja die Einwirkungen vom Darm auf den Magen weg. Wenn der Versuch zu Ende ist, wird die Magenkanüle aufgeschraubt und festgestellt, ob der Magen leer ist, dann wird das Feste gewogen und die Gesamtflüssigkeitsmenge berechnet. Wurde neben dem Festen Flüssigkeit verabreicht, so erhält man die Sekretmenge, indem man von Gesamtflüssigkeitsmenge + Festem die Menge der verabreichten Nahrung abzieht. Mit dieser Methode sind vielfache und interessante Resultate zutage gefördert worden. Man hat vor allem einen klaren Einblick in den normalen Mechanismus und Chemismus der Verdauung geschaffen. Ich will diese Daten folgen lassen, da sie das Fundament für das Verständnis eines jeden Verdauungsversuches bilden. Während der Fundus sich im Zustande einer tonischen Kontraktion befindet, laufen über den unteren Teil des Magens peristaltische Wellen ab, deren jede den Pylorus öffnet. Hervorgerufen werden sie erstens: durch

Dehnung, also bei Füllung des Magens; sie sind um so stärker, je mehr der Magen gefüllt ist. Sie werden seltener, je mehr sich der Magen entleert. Zweitens: durch den Wohlgeschmack, die psychische Motilität. Sie kommt dadurch zustande, daß die Speisen mit Appetit genommen werden, also einen gewissen Wohlgeschmack besitzen müssen. Ob die Salzsäure einen direkten Einfluß auf die Magenperistaltik hat, ist ungewiß. Der Pylorus würde sich, dem Gesagten nach, bei der Verdauung fortwährend rhythmisch öffnen, stände diesem Eröffnungsmechanismus nicht ein Schließungsmechanismus gegenüber, der von Hirsch, von v. Mering und Moritz zuerst beschriebene Pylorusreflex. Dieser Reflex kann zweierlei Ursachen haben: 1. Ruft ihn die Salzsäure des Magens hervor, wenn sie nach Verlassen des Antrum pylori die Schleimhaut des Dünndarms berührt. Die auf ihren Reiz hin ergossenen Verdauungssäfte, Pankreassaft und Galle, heben durch Neutralisation der Säure deren chemisch reflektorische Wirkung auf. 2. Rufen grobe Stücke fester Nahrung wie Brot und Fleisch, wenn sie im Antrum liegen, einen Schluß des Pylorus hervor.

Die Sekretion der Verdauungssäfte kommt folgendermaßen zustande:

Den Hauptreiz für das Pankreassekret bildet bei fettfreier Nahrung die Salzsäure des Magens, die in geringerem Maße auch Galle fließen läßt. Die Gallensekretion wird hauptsächlich durch Pepton bezw. Albumosen hervorgerufen. Von nicht geringer Wichtigkeit ist auch die Feststellung Cohnheims,[1]) daß auf den Freßreiz hin, also psychisch, schon Pankreassaft und Galle sezerniert werden. Was die Mengen der Sekrete anlangt, so fand man, daß auf gleiche Mengen Magensaft gleiche Mengen Pankreassaft und Galle fließen.[2]) All diese Vorgänge sind für verschiedene Nahrungsmittel geprüft und zu charakteristischen Bildern vereinigt worden. Sie werden bei den einzelnen Versuchsreihen besprochen werden. Mir kam es in den folgenden Versuchen hauptsächlich darauf

[1]) O. Cohnheim uud Ph. Klee, Diese Zeitschrift, Bd. 78, S. 464 (1912).

[2]) Ebenda.

an, festzustellen, ob trockene Nahrung und Flüssigkeiten, allein, nacheinander oder gemischt gegeben, Unterschiede im Verdauungsprozeß erkennen lassen. Es wird hier vor allem die Frage nach dem Durchlaufen von Flüssigkeiten berührt. Indem ich meine Versuchsreihen weiterhin auf Bier und Kaffee ausdehnte, schnitt ich ein Gebiet an, das noch weitgehenden Studiums bedarf, aber auch am Hundeversuch, wie sich jetzt schon erkennen läßt, interessante Tatsachen verspricht.

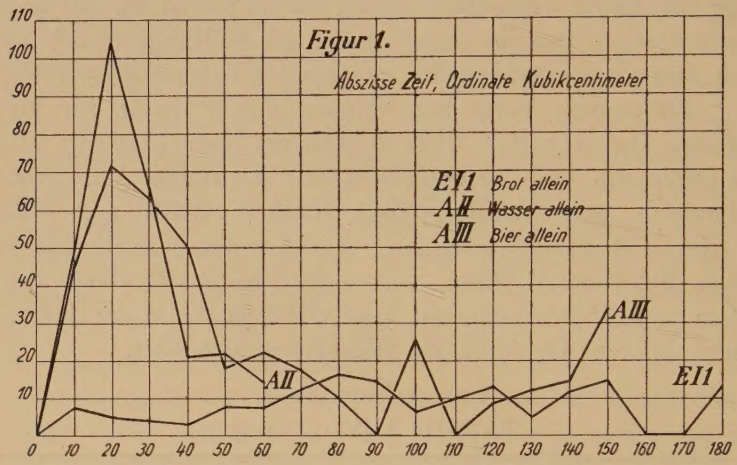
Zu meinen Versuchen standen mir 8 Hunde zur Verfügung. Davon hatten Hund B (Pascha) und H (Boxer) eine im Dünndarm und im unteren Ileum, die Hunde A (Pascha), Dünndarm- und eine Magenfistel, Hund F (Wastl) eine Fistel B (Nero), D (Flora), E (Käthe), G (Iwan) nur eine Dünndarmfistel. Bei Hund C (Nero) war außerdem in der von Cohnheim und Klee[1]) seinerzeit beschriebenen Weise die Galle in einen tieferen Abschnitt des Dünndarms abgeleitet.

Versuchsreihe 1.
Tabelle I (40 g Brot).

Hund	Festes	Gesamtflüssigkeit	Sekretmenge	Gesamtflüssigkeit nach 60 Min.	Gesamtdauer des Versuchs in Minuten
A	108	239	307	120 = 50%	150
B	102	59	121	14 = 25%	200
C	60	188	208	25 = 13,5%	180
C durstig	45	170	175	91 = 53,5%	160
C 6 St. bei 30° C.	55	142	157	61 = 43%	110
E	56	121	137	33 = 27,5%	180
E 6 St. bei 30° C.	75	82	117	42 = 50%	100
F	40	252	252	109 = 43%	200
F	57	357	374	115 = 31,5%	160
F	62	173	195	4 = 7%	210
G	40	182	182	65 = 36%	140

[1]) l. c.

Um ein Urteil über die Beziehungen fester und flüssiger Substanzen bei der Verdauung zu gewinnen, war es vorerst notwendig, diese Substanzen auf ihre Verdauung hin einzeln zu prüfen. Nur so konnte dann festgestellt werden, inwieweit ein Einfluß einer einzelnen Substanz in einem Kombinations-



versuch im Sinne nacheinander oder zusammen vorhanden war, in welchem Maße ferner ein neues Moment bei der Kombination der Substanzen hinzukam, welches aus einer bloßen Summierung der Wirkungsweise von fester Substanz und Flüssigkeit sich nicht erklärte. Zu Trockenversuchen mußte ein Nahrungsmittel genommen werden, dessen Verdauung übersichtlich war und vor allem nicht zu lange dauerte. Hier hat denn Brot vor Fleisch entschieden den Vorzug. Auch ist innige Durchmischung der trocknen Substanz mit Flüssigkeit, wie wir sie bei Versuchsreihe 4 brauchen, nur bei Brot möglich. Brotversuche sind schon früher gemacht worden. Cohnheim[1]) fand, daß auf Brot viel Pankreassaft und bedeutende Mengen Galle ergossen werden. Untersuchungen von Cohnheim und Klee[2]) ergaben ferner, daß die Annahme doppelt so viel Brot, doppelt so viel Sekret für Brot ebenso wie für Fleisch berechtigt ist. Verabreicht wurden 40 g Brot, d. h. also nicht ganz eine Semmel.

[1]) O. Cohnheim, Münch. med. Wochenschr., Nr. 52 (1907).
[2]) l. c.

Versuch E I 1 im Protokoll.

0	Min.	40 g	Brot
2	»		etwas Galle + Pankreassaft
4	»	4 ccm	Flüssigkeit
7	»	3 »	»
10	»	2 »	»
11	»	1 »	»
13	»	2 »	»
17	»		etwas Brot
20	»	3 ccm	nur Galle + Pankreassaft
24	»	1 »	» »
32	»	1 »	viel Brot
37	»	2 »	Galle
44	»	7 »	
49	»	4 »	Flüssigkeit
51	»	2 »	
54	»	1 »	
59	»	5 »	
62	»	7 »	
73	»	8 »	
78	»	8 »	
82	»	7 »	
87	»	7 »	
97	»	6 »	
102	»	10 »	
112	»	6 »	
117	»	6 »	
120	»	5 »	
130	»	4 »	
137	»	7 »	
150	»	14 »	
180	»	12 »	Speichel und Schleim
		121 ccm	ausgeschieden und eingespritzt
		56 g	zurückgewogen
		177 g	
		— 40 »	Brot
		137 g	Sekretmenge.

An einem Normalversuch können wir unterscheiden:

1. Die Phase der psychischen Gallen- und Pankreassaftsekretion.

2. Die Phase starker Magensaftschüsse, welche die ersten schlechtverdauten Brotbröckel mit sich reißen, von Gallen- und

Pankreassaftsekretion unterbrochen. Die ersten Brotbröckel erscheinen zwischen 10 Minuten Minimum und 30 Minuten Maximum Versuchszeit. Nur bei Hund B etwas später um 50 Minuten.

3. Die Phase der Brotbreiausscheidung. Der Brotbrei ist noch flüssig, dann dicker, erscheint gegen die Mitte des Versuches, oft schon früher. In diese Phase fallen vor allem auch starke Schüsse Pankreassaft und Galle, die sich auf den chemischen Reiz des sauren Breies und den bis dahin angesammelten Magensaft hin jetzt reichlicher ergießen. So bekommt auch fast jede Kurve einen Anstieg gegen das Ende zu.

4. Die Schlußphase, alkalischer Schleim und Speichel, mit dem letzten Brot vermischt.

Die hier wiedergegebene Einteilung des Versuchs in verschiedene Phasen gilt im Prinzip auch für die übrigen Versuchsreihen. Auf eventuelle Modifikationen werde ich an betreffender Stelle eingehen. Nehmen wir nun Tabelle I zur Hand. Wir sehen, daß ein Normalversuch mit Brot ziemlich lange dauert. Brot bewirkt als feste Substanz Pylorusschluß. Die Dauer der Versuche schwankt nach unserer Tabelle zwischen 140 und 210 Minuten. Wie wir sehen, eine erheblich längere Zeit, als andere Versuche zu ihrem Ablauf brauchen. Einen guten Anhaltspunkt für diese Tatsache gibt uns auch die Flüssigkeitsmenge, welche nach einer Stunde herausgelaufen ist, in Prozenten auf die Gesamtflüssigkeit berechnet. Hier finden wir im Normalversuch Prozentzahlen, die durchweg unter 50% liegen, meist zwischen 20 und 30%. Wenn wir uns nach diesen Beobachtungen noch vergegenwärtigen, wie groß die auf Brot hin ergossenen Sekretmengen sind und wie lange ein einzelner Versuch dauert, so ist damit ein neuer Beleg für die oben erwähnte Tatsache geschaffen, daß die Entleerung langsam erfolgt und die Sekretion langsam ansteigt. Anders liegen die Verhältnisse beim durstigen Versuchstiere. Durst rief ich bei den Hunden dadurch hervor, daß ich sie einige Stunden in einen heißen Raum von 30° C. setzte, wobei sie durch die hachelnde Atmung Wasser verlieren. Cohnheim und Best[1]) fanden, daß Flüssigkeiten beim durstigen Tier

[1]) F. Best und O. Cohnheim, Diese Zeitschr., Bd. 69, S. 117 (1910).

schneller herausliefen als beim nicht durstigen. Der Versuch, der nach 60 Minuten einen Wert über 50% ergibt, scheint für eine Beschleunigung des zeitlichen Ablaufs bei nur wenig verminderter Sekretmenge zu sprechen. Wir finden eine Verkürzung des Versuches unter 2 Stunden und eine Herabsetzung der Sekretmengen, wohl damit erklärbar, daß den Hunden durch Schwitzen Wasser verloren geht, das den Verdauungssäften zugute gekommen wäre.

Versuchsreihe 2.

(Siehe Figur 1).

Tabelle II (180 ccm Wasser + 20 ccm Milch).

Hund	Gesamtflüssigkeit	Sekretmenge	Gesamtflüssigkeit nach 60 Min.	Gesamtdauer des Versuchs in Minuten
A	283	83	283 = 100%	60
B	234	34	221 = 94%	80
B	188	—	178 = 90%	70
C	420	220	362 = 86%	80
C	369	169	235 = 63%	110
C	225	25	127 = 56%	110
D	428	228	380 = 90%	100
E	268	68	256 = 95%	90
F	430	230	328 = 76%	120

Tabelle III (180 ccm Bier dunkel + 20 ccm Milch).

A	384	184	266 = 70%	150
C	341	141	168 = 50%	160
D	356	156	242 = 70%	140

Tabelle IV (180 ccm Bier hell + 40 ccm Milch).

A (200 ccm Bier + 25 ccm Milch)	408	183	274 = 67%	140
A	459	239	291 = 63%	160
C	375	155	172 = 46%	140

In dieser Versuchsreihe wurden Flüssigkeiten allein geprüft. Betrachten wir zuerst die Versuche mit 180 Wasser und 20 Milch.

Versuch E II 1 im Protokoll.

0	Min.	gesoffen.	
05	»	erster Schuß Milch + Magensaft.	
2	»	35 ccm	
3	»	29 »	Galle + Pankreassaft.
4	»	31 »	
9	»	40 »	
11	»	25 »	
12	»	24 »	
15	»	10 »	
17	»	6 »	
18	»	— »	Galle
19	»	3 »	
21	Min.	20 »	
22	»	7 »	
23	»	— »	Schleim
25	»	6 »	
27	»	4 »	
32	»	7 »	
36	»	5 »	
42	»	4 »	
83	»	12 »	
90	»	— »	Schleim und Speichel
		268 ccm	ausgeschieden und eingespritzt
		— 200 »	aufgenommen.
		68 g	Sekret.

Der Normalversuch mit Wasser ist zum Normalversuch mit Brot das direkte Gegenstück. Dem jähen Abfall der Kurven entsprechen auch die Werte der Tabelle. Die Versuchsdauer erreicht nur einmal 2 Stunden, liegt oft nur wenig über eine Stunde hinaus. Die Prozentzahlen nach 60 Minuten überschreiten 50% in fast allen Fällen sehr erheblich. Die Sekretmengen erreichen im allgemeinen nicht die Werte der Tabelle I und schwanken erheblich. Es hängt wohl damit zusammen, daß die aus dem Magen sich ergießende Flüssigkeitswelle je nach der Zeit ihres Erscheinens bald mehr bald weniger Magensaft mit sich reißt, der ja den wirksamen Reiz für Pankreassaft

und Galle abgibt. Wenn z. B. die eingegebene Flüssigkeit bereits in großen Mengen den Magen verlassen hat, bevor sich auf ihren Reiz hin genügend Magensaft bildete, werden die Sekretmengen besonders niedrig sein. Andere Resultate als Wasser liefert das Bier.

Das Bier verweilt länger im Magen als das Wasser. Ob es sich hier um Giftwirkung, um eine leichte Narkose der Magenmuskulatur durch Alkohol handelt, oder um eine Wirkung der Extraktivstoffe, eventuell auch der Säure, läßt sich nicht entscheiden. Die Prozentwerte, welche das Bier nach 60 Min. ergibt, stehen ungefähr zwischen denen von Brot und von Wasser. Es hat den Anschein, wenigstens bei Hund A, als ob Bier die Sekretmengen steigerte. Die übrigen Versuchswerte sprechen nicht für und nicht gegen eine solche Annahme.

Versuchsreihe 3.

Tabelle V (40 g Brot, dann 180 ccm Wasser + 20 ccm Milch).

Hund	Festes	Gesamt-flüssigkeit	Sekret-menge	Gesamtflüssigkeit nach 30 Min.	Gesamtflüssigkeit nach 60 Min.	Gesamtdauer des Versuchs in Minuten
A	41	523	324	307 = 59%	379 = 72%	150
A	91	716	567	325 = 45%	501 = 70%	120
A	86	702	548	295 = 40%	451 = 64%	150
A	110	443	313	242 = 54%	278 = 62%	100
B	75	293	128	150 = 50%	194 = 69%	190
B	103	460	323	204 = 44%	256 = 55%	150
C	85	329	174	237 = 70%	284 = 86%	80
C	135	418	313	307 = 73%	356 = 85%	140
C	140	303	203	194 = 64%	235 = 77%	90
C	50	451	261	243 = 54%	310 = 70%	170
C	55	404	219	182 = 45%	250 = 60%	160
C	55	527	342	202 = 38%	292 = 55%	160
D	94	529	383	281 = 53%	334 = 63%	150
D	56	463	279	251 = 54%	279 = 60%	190

Tabelle VI (40 g Brot, dann 180 ccm Bier + 20 ccm Milch).

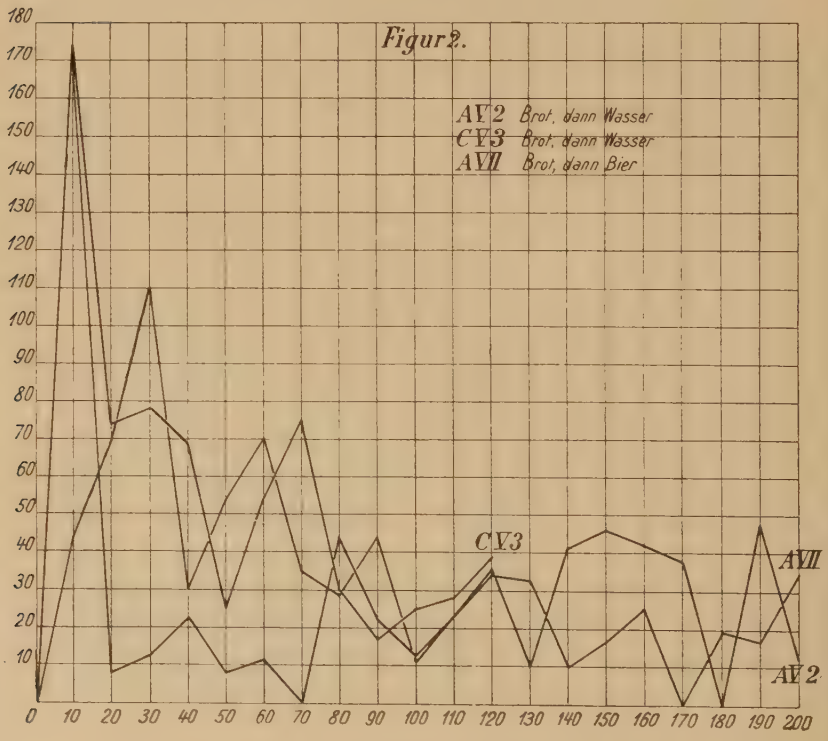
Hund	Festes	Gesamtflüssigkeit	Sekretmenge	Gesamtflüssigkeit nach 60 Min.	Gesamtdauer des Versuchs in Minuten
A	89	619	468	359 = 58%	210
B	124	504	388	328 = 65%	170
C (200 ccm Bier + 15 » Milch)	88	646	263	337 = 52%	190

Tabelle VII (40 g Brot, dann 172 ccm Wasser + 40 ccm Milch + 8 ccm Alkohol 96%ig).

A	80	697	517	378 = 54%	200
B	88	624	452	396 = 63%	190
D	100	468	308	299 = 64%	160

Tabelle VIII (40 g Brot, dann 200 ccm Kaffee + 300 ccm Milch).

A	103	399	232	281 = 70%	220
C	96	452	288	269 = 60%	180
C	86	429	245	315 = 73%	160



In dieser Versuchsreihe gab ich Hunden zunächst 40 g trockenes Brot zu fressen, 5 Minuten später eine bestimmte Menge Flüssigkeit zu saufen. Es handelte sich hier hauptsächlich um die Frage, ob die Anschauung, daß Flüssigkeiten durch den vollen Magen laufen, richtig ist. Für die Theorie einer sogenannten Magenrinne, in welcher Flüssigkeiten bei vollem Magen weiter laufen sollen, haben seinerzeit Waldeyer[1]) und Kauffmann[2]) eine anatomische Grundlage gefunden. Sie konnten längs der kleinen Kurvatur eine solche Rinnenbildung nachweisen. Ernst[3]) hat vom Standpunkte des Pathologen aus für dieselbe Annahme wertvolle Anhaltspunkte geliefert; Cohnheim[3]) gelang es, am Versuchshunde ein solches Weiterlaufen direkt zu beobachten. Seine Beobachtungen sind von Scheunert[4]) bestritten worden. Zur Klarlegung der Verhältnisse untersuchte ich Hund H, der zwei Kanülen hatte, eine im Fundus, eine im Duodenum. Die Flüssigkeit, welche er zu saufen bekam, war mit Indigkarmin stark blau gefärbt. Das Tier bekam zuerst zu fressen, dann in kurzen Abständen zu saufen, wobei die Flüssigkeitsmengen, welche aus den beiden offenen Kanülen liefen, getrennt gesammelt wurden. Es ergab sich folgendes:

0 Min. 270 g Brot gefressen.
33 » 20 ccm zehnfach verdünnter Milch mit Indigkarmin blau gefärbt. Aus der Duodenalkanüle kommt wenig, aus der Funduskanüle nichts.
35 » 65 » gesoffen. Aus der Duodenalkanüle kommt deutlich blaue Flüssigkeit, aus der Funduskanüle nichts.
36 » 150 » gesoffen.
37 » — » Blaue Flüssigkeit schußweise aus der Duodenalkanüle, tropfenweise aus der Funduskanüle 10 ccm.
41 » 250 » gesoffen.
42 » — » Aus der Duodenalkanüle viel, aus der Funduskanüle 70 ccm.

Die Versuche wurden mit entsprechendem Resultat noch zweimal wiederholt. Nach diesen Versuchen scheint also bei

[1]) W. Waldeyer, Berliner Akademie, 1908.
[2]) R. Kauffmann, Zeitschr. f. Heilk., 1907, Juliheft.
[3]) O. Cohnheim, Münch. med. Wochenschr., Nr. 52.
[4]) A. Scheunert, Arch. f. d. ges. Physiologie, Bd. 144, 1907.

kleinen Mengen alles oder doch der größte Teil der eingegebenen Flüssigkeit durch die Magenstraße zu laufen, nur bei größeren Flüssigkeitsmengen läuft die Flüssigkeit, wie Scheunert annimmt, an den Magenwänden entlang. Bei leerem Magen läuft die Flüssigkeit vollständig zur Funduskanüle heraus.

Versuch V 2 im Protokoll.

0	Min.	gefressen, nach 5 Min. gesoffen		Übertr.	377	ccm	
1	»	19	ccm, sofort Brot	39	Min.	17	»
2	»	20	» Galle + Pankreassaft	40	»	12	»
3	»	30	» Flüssigkeit	41	»	12	»
4	»	27	»	49	»	13	»
5	»	18	» Galle	53	»	18	»
6	»	23	»	55	»	15	»
7	»	12	»	59	»	21	»
8	»	7	»	62	»	23	»
9	»	10	» Brot	64	»	13	»
10	»	7	»	67	»	13	»
11	»	10	»	69	»	17	»
12	»	9	»	70	»	10	»
14	»	17	»	71	»	13	»
16	»	14	»	79	»	18	»
17	»	15	»	84	»	18	»
19	»	9	»	94	»	15	»
21	»	15	»	97	»	10	»
22	»	11	»	101	»	13	»
23	»	10	»	104	»	15	»
24	»	11	»	113	»	39	» Schleim und Speichel
27	»	11	»				
28	»	10	»				
30	»	10	»				
32	»	8	»				
34	»	10	»				
36	»	22	»				
		377					

716 ccm ausgesch. u. eingespr.
91 g zurückgewogen

807 ccm
— 240 g aufgenommen

567 g Sekret.

Versuch C V 5 im Protokoll.

0	Min.	gefressen		nach 5 Min. gesoffen	Übertr.		224	ccm
2	»	6	ccm	Milch und Wasser	53	Min.	10	»
3	»	10	»	Magensaft	56	»	9	»
3	»	27	»	»	59	»	8	»
6	»	15	»	»	62	»	9	»
7	»	7	»	»	67	»	7	»
8	»	19	»	»	73	»	6	»
9	»	13	»	»	81	»	8	»
10	»	20	»	»	83	»	4	»
11	»	13	»	»	88	»	9	» Brotbrei
12	»	15	»	»	94	»	10	»
13	»	13	»	Milch	96	»	12	»
16	»	3	»	»	100	»	9	»
18	»	4	»	»	104	»	8	»
20	»	3	»	etwas Brot	107	»	10	»
22	»	4	»		108	»	6	»
24	»	4	»		117	»	10	»
25	»	3	»		128	»	12	»
26	»	3	»		143	»	17	»
31	»	7	»		160	»	17	» Schleim u. Speichel
34	»	5	»				404	ccm ausgeschieden und eingespritzt
35	»	4	»				55	g zurückgewogen
42	»	5	»				459	ccm
44	»	10	»				— 240	g aufgenommen
47	»	4	»				219	g Sekret.
49	»	6	»					
		224	ccm					

Betrachten wir uns die Versuche, welche mit Wasser als Durchlaufsflüssigkeit gemacht wurden, etwas näher. Aus Tabelle V ersehen wir folgendes: Die Versuche überschritten in den meisten Fällen 2 Stunden, dauerten aber im allgemeinen nicht so lange wie die Brotversuche. Nach 1 Stunde waren mehr als 50 % ausgelaufen, die meisten Werte fallen zwischen 60 und 70 %. Damit stimmen auch die Kurven überein, deren steiler Anstieg und Abfall an die Versuche mit Flüssigkeiten allein erinnert. Der Verlauf der Kurven erklärt sich folgendermaßen: der Magensaft, welcher sich auf den Brotreiz hin bereits angesammelt hat, wird bei nachfolgender Getränkeaufnahme durch die Flüssigkeitswelle sofort in den Dünndarm getrieben, wo er für Pankreassaft und Galle als treibende Kraft wirkt. Wenn der größte Teil der Flüssigkeit den Magen verlassen hat, was sehr bald schon der Fall ist, braucht es erst wieder einige Zeit, bis sich auf das noch im Magen liegende Brot hin neue Salzsäure ergossen hat. Mit der Austreibung des neu durchsäuerten Brotbreies tritt dann am Schluß des

Versuches wieder ein Fließen von Darmsekreten auf, in den Kurven durch eine steile Endzacke gut gekennzeichnet. Was die Sekretmengen anlangt, wäre zu entscheiden, ob es sich hier vielleicht lediglich um eine Summation der Sekretmengen auf Brot und auf Wasser handelt. Eine solche Entscheidung läßt sich aber, wie der Vergleich der Tabellen zeigt, wohl kaum treffen. Dafür sind die Sekretmengen allzu großen Schwankungen beim Einzeltier ausgesetzt.

Gehen wir zu den Versuchen mit Bier und mit 3,6%igem Alkohol über. Das einzige Verschiedene, was wir hier im Vergleich mit den Wasserversuchen feststellen können, ist vielleicht eine längere Versuchsdauer und eine geringere Prozentzahl der Gesamtflüssigkeitsmenge nach 1 Stunde. Dafür spräche dann auch die geringere Steilheit der Anfangszacken in den diesbezüglichen Kurven. Von einer Vermehrung der Sekretmengen gegenüber Wasser kann nicht die Rede sein. Über eine eventuelle Summation ergibt sich dasselbe wie oben. Die Kaffeeversuche zeigen, was die Prozentzahlen nach 1 Stunde angeht, wieder mehr den Typus von 40 Brot, dann Wasser. Die Versuchsdauer scheint auch hier verlängert, die Sekretmengen sind nicht verändert.

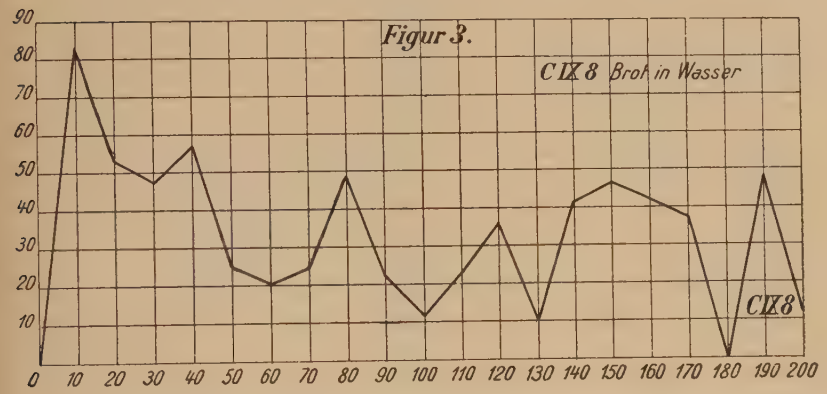
Versuchsreihe IV.

Tabelle IX (40 g Brot in 180 ccm Wasser + 20 ccm Milch).

Hund	Festes	Gesamtflüssigkeit	Sekretmenge	Gesamtflüssigkeit nach 30 Min.	Gesamtflüssigkeit nach 60 Min.	Gesamtdauer des Versuchs in Minuten
A	108	437	305	219 = 50 %	315 = 70 %	170
A	39	485	284	153 = 31 %	304 = 62 %	150
A	62	399	221	171 = 45 %	234 = 60 %	190
A	50	482	292	182 = 39 %	293 = 60 %	210
A	30	615	405	174 = 28 %	286 = 46 %	170
B	85	332	177	187 = 56 %	221 = 70 %	170
C	85	303	148	205 = 68 %	216 = 70 %	230
C	75	441	276	237 = 50 %	339 = 70 %	140
C	75	630	465	231 = 37 %	397 = 63 %	190
C	60	417	237	157 = 37 %	252 = 60 %	160
C	89	674	523	247 = 36 %	405 = 60 %	170
C	111	236	107	126 = 50 %	150 = 60 %	180
C	52	354	166	120 = 34 %	154 = 44 %	240
C	55	684	499	184 = 27 %	286 = 40 %	200

Tabelle X (40 g Brot in 180 ccm Bier + 20 ccm Milch).

Hund	Festes	Gesamt-flüssigkeit	Sekret-menge	Gesamt-flüssigkeit nach 60 Min.	Gesamtdauer des Versuchs in Minuten
A	140	499	399	346 = 70%	180
B	120	489	369	270 = 57%	150



Cohnheim und Dreyfus[1]) fanden, daß ein Hund auf ein Probefrühstück hin, bestehend aus 50 g Brot und 400 g Wasser, 145—165 g Magensaft + 250 g Pankreassaft + Galle ausscheidet. Nach 2—3 Minuten trat die erste Absonderung von Pankreassaft + Galle auf, etwas später Entleerung der ersten noch schwach sauren Magenschüsse. Die ersten Brotbröckel erschienen nach 35—40 Min. Ich gab in meinen Versuchen 180 Wasser + 20 Milch, in die 40 g Brot eingebrockt waren.

Versuch A IX 3.

0 Min.		gesoffen	
5	»	erster Schuß	22 ccm
10	»		18 ccm
11	»		10 »
14	»		12 » etwas Brot
15	»		10 » Galle
16	»		8 » »
			80 ccm

Übertr.			80 ccm
17	»	6 »	Magensaftschuß
18	»	8 »	»
19	»	10 »	Galle
20	»	16 »	»
24	»	24 »	»
25	»	— »	»
			144 ccm

[1]) l. c.

Übertr.	144	ccm		Übertr.	303	ccm	
26 Min.	10	»		123 Min.	5	»	
28 »	10	»		127 »	7	»	
30 »	7	»	Galle und Brotbröckel	129 »	6	»	
36 »	5	»		132 »	5	»	
40 »	6	»		137 »	6	»	
42 »	4	»		142 »	4	»	
45 »	9	»		145 »	5	»	
47 »	7	»		149 »	6	»	
55 »	7	»		152 »	2	»	
57 »	8	»		160 »	5	»	
59 »	8	»		163 »	2	»	
60 »	—	»	Galle	170 »	5	»	
65 »	9	»		172 »	3	»	
70 »	11	»		177 »	4	»	
77 »	6	»		181 »	10	»	
81 »	3	»		182 »	5	»	Brotbrei
85 »	6	»		184 »	4	»	Galle
91 »	5	»		186 »	2	»	
94 »	7	»	Galle	187 »	2	»	
99 »	5	»		189 »	5	»	
103 »	4	»		190 »	3	»	
112 »	8	»			399	ccm	aufgefang. u. eingespr.
117 »	3	»			62	g	zurückgewogen
120 »	6	»			461	ccm	
122 »	5	»		—	240	g	aufgenommen
	303	ccm			221	g	Sekret.

Die beiliegende Tabelle IX läßt folgendes erkennen: Gegenüber den Versuchen, in denen Brot und Wasser getrennt gegeben wurden, tritt bei Vermischung beider Substanzen eine Verlängerung der Versuchszeit ein. Eine Reihe von Fällen bewegen sich hier in einem Zeitraum von 3 Stunden, was wir bei den Versuchen der Reihe 3 nicht beobachten konnten. Auch ist die Gesamtflüssigkeitsmenge nach 60 Minuten in Prozenten angegeben geringer, als wir beim Nacheinanderversuch fanden. Es werden hier Werte unter 50% beobachtet. Hiermit stimmen auch die Kurven überein, die sich mehr in gleichmäßiger Zackenbildung bewegen und keinen so steilen Anfangsgipfel aufweisen. Bei den Versuchen mit Bier als Flüssigkeit scheint sich der Unterschied gegen die Versuchsreihe 3 zu verwischen. Es sind aber zu wenig, um darüber ein endgültiges Urteil fällen zu können.

Zusammenfassung.

1. Am schnellsten verläßt den Magen reines Wasser. Brot, dem nach 5 Minuten Wasser nachgeschickt wird, braucht etwa doppelt so lange, bis es den Magen verlassen hat. Gibt man erst trockenes Brot und 5 Minuten später Wasser, so dauert die Verdauung kürzer, als die von Brot allein. Die längste Zeit beanspruchen Brot und Wasser gemischt gegeben.

2. Die Gesamtflüssigkeitsmengen, welche nach einer Stunde herausgelaufen sind, erreichen bei Wasser die höchsten, bei Brot die niedrigsten Prozentzahlen. Sie sind für Brot und Wasser im Nacheinanderversuche durchschnittlich höher als in den Versuchen, in denen Wasser und Brot zusammen gegeben wurden. Aus den Prozentzahlen ergibt sich das Charakteristische der einzelnen Kurven.

3. Die Menge der Sekrete weist bei Wasser ein Minimum auf, sie ist für Brot allein kaum geringer als für die beiden letzten Reihen. Eine bloße Summation der auf die Einzelbestandteile hin ergossenen Sekretmengen läßt sich für Reihe 3 und 4 nicht nachweisen.

4. Ein Durstversuch der Reihe 1 bringt eine Steigerung des Gesamtflüssigkeitsablaufes nach einer Stunde ohne erhebliche Verminderung der Sekretmenge und der Versuchsdauer mit sich. 2 Durstversuche derselben Reihe zeigen eindeutig eine Verkürzung des Verlaufes und eine Verminderung der Verdauungssäfte.

5. Bier ergibt sowohl allein wie im Nacheinanderversuch eine Verlängerung der Versuchszeiten und Herabsetzung der Prozentzahlen gegenüber Wasser. 3,6%iger Alkohol hat dieselbe Wirkung. Eine Vermehrung der Gesamtflüssigkeitsmengen in Reihe 3 und 4 läßt sich für Alkohol nicht feststellen.

6. Kaffee zeigt gegenüber Wasser in Reihe 3 eine Verlängerung der Versuchsdauer ohne Änderung der Prozentzahlen.

Diätetische Ausblicke: In der diätetischen Wirkung einer Substanz oder einer Substanzgruppe fällt dem Begriff der Verdaulichkeit eine wichtige Rolle zu. Dieser Begriff ist von 2 Faktoren abhängig. Einmal vom kürzeren oder längeren Verweilen der betreffenden Substanz im Magen, dann aber auch von der Arbeit,

welche das betreffende Nahrungsmittel den Verdauungsdrüsen aufbürdet. Dieser Anteil findet in der Menge der Darmsekrete seinen meßbaren Ausdruck. Unsere Versuche geben für den zweiten Faktor keinerlei Anhaltspunkte, da die einzelnen Versuchszahlen zu sehr differieren. Der erste Faktor zeigt sich in ihnen in bebemerkenswerter für das tägliche Leben wichtiger Mannigfaltigkeit. Es ergibt sich die Schwerverdaulichkeit trockener Nahrung aus den Brotversuchen. Es zeigt sich ferner, daß dieser Schwerverdaulichkeit abgeholfen werden kann, wenn man nach Aufnahme solcher Substanzen Wasser oder wasserähnliche Flüssigkeiten zu sich nimmt. Es findet die vielfach im Leben gemachte Erfahrung, daß feste Substanzen und Flüssigkeiten, gemischt genommen, eine unpraktische Form der Nahrungsaufnahme darstellen, ihre physiologische Erklärung, ihren objektiven Beweis. Geben wir ja auch täglich dadurch, daß wir zwischen das Essen hinein trinken, einer Form der Aufnahme den Vorzug, welche, wie die Nacheinanderversuche zeigen, viel vorteilhafter ist und einer Überladung des Magens mit Speise, vor allem mit Flüssigkeit vorbeugt. Eine weit größere Bedeutung haben diese Tatsachen für Bier und Kaffee. Es ist möglich, daß eine Nachuntersuchung auch hier noch einiges sicherstellen wird, was vorerst noch ungewiß ist. Damit wäre uns eine Fülle bekannter Tatsachen auf eine physiologische Basis gestellt. Der Student, welcher Kommerse besucht und möglichst lange der Einwirkung größerer Alkoholmengen dadurch zu entgehen sucht, daß er zwischen die Bieraufnahme hinein eine feste Mahlzeit nimmt, nutzt so unbewußt den Vorteil des Weiterlaufens von Flüssigkeiten. Derselbe Student wird, wenn er große Mengen Bier in nüchternem Zustande hineintrinkt, nicht nur Erscheinungen eines überfüllten Magens davontragen, er wird auch der Alkoholwirkung früher oder später verfallen, weil Alkohol im Gegensatz zu Wasser wenigstens teilweise vom Magen aus resorbiert wird.

Eine Kaffeetrinkerin aber, die Brot oder Kuchen in ihren Kaffee brockt, verlängert dadurch die Magenverdauung und verlängert so auch das angenehme Gefühl der Sättigung; außerdem schiebt sie die störende Diurese heraus.

Die Durstversuche endlich zeigen uns, daß der Durst nicht nur unangenehm ist; er stört auch die Verdauung der Speisen. Stillen wir ihn, so verbessern wir die Sekretion der Verdauungssekrete.

Zum Schluß will ich nicht versäumen, Herrn Professor Cohnheim, in dessen Laboratorium und auf dessen Anregung hin die Versuche ausgeführt wurden, meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Lebenslauf.

Ich, Franz Maria Gröbbels, Sohn von Johann und Laura Gröbbels, geboren am 1. September 1888 in Sigmaringen, (Hohenzollern), besuchte 1898—1907 das königl. preußische Gymnasium zu Sigmaringen, wo ich Juli 1907 das Reifezeugnis erwarb. Ich studierte 1907—1912 an folgenden Universitäten: München (7 Semester Medizin), Heidelberg (3 Semester Medizin). In Heidelberg legte ich Herbst 1912 die ärztliche Staatsprüfung ab.